

# Bezpečná elektroinstalace ve zdravotnictví

## Zajištění maximální bezpečnosti elektrických instalací ve zdravotnických zařízeních

Hlavní starostí lékařů a zdravotních sester ve zdravotnických zařízeních je péče o pacienta a snaha o jeho uzdravení. I krátkodobý výpadek sítě však může poškodit pacientovo zdraví, ohrozit jeho život, negativně ovlivnit úspěšnost terapie či výsledek diagnózy nebo jinak obecně zmařit úsilí lékařů.

## Proč požadujeme maximální bezpečnost a spolehlivost elektrické sítě?

Pacientova schopnost reagovat na případné negativní účinky elektrické sítě je výrazně snížena! Srdeční sval je vysoce citlivý na elektrické signály (reaguje již na proudy nad 10  $\mu\text{A}$ ), proto je nezbytné zachovat maximální bezpečnost. Fyziologické funkce jsou dočasně nebo trvale odkázány na podporu přístrojů napájených z elektrické sítě. Nebezpečí požáru nebo výbuchu je výrazně zvýšeno vlivem používání anestetik, desinfekce nebo čistících prostředků. Elektrické a magnetické indukce z napájecích sítí mohou negativně ovlivňovat funkci lékařských přístrojů. Operaci nelze přerušit nebo opakovat bez potenciální možnosti negativního vlivu na stav pacienta. Dlouhodobé záznamy dat mohou být částečně nebo zcela znehodnoceny. Dostupnost napájení z elektrické sítě musí být garantována i za podmínek poruchy. Pokud se ocitneme jako pacienti ve zdravotnickém zařízení, očekáváme, že celé zařízení včetně elektroinstalace je nadstandardně projektováno, provedeno a udržováno...

## Použití IT sítí ve zdravotnických prostorech

Proto se všude tam, kde je třeba splnit nejnáročnější kritéria na bezpečnost pacienta a spolehlivost napájecí soustavy používají pro zajištění napájení IT sítě. Jsou tedy využívány zejména v místnostech skupiny 2 pro napájení zdravotnických elektrických přístrojů, systémů pro podporu životních funkcí při chirurgických zákrocích, dalších elektrických přístrojů umístěných v patientském prostředí...

## Monitorování izolačního stavu IT sítí a signalizace kritických stavů

Jedním z požadavků pro správnou funkci takové sítě je, aby bylo trvale monitorováno a signalizováno jakékoli zhoršení izolačního stavu pod stanovenou prahovou hodnotu aniž by došlo k odpojení napájení. Čím je tedy taková izolovaná soustava tvořena? Ochranným oddělovacím transformátorem, monitorovacím zařízením (hlídačem izolačního stavu) a zařízením pro signalizaci a testování kritických stavů.

## Ochranný oddělovací transformátor

Ochranný oddělovací transformátor plní především oddělovací funkci a tvoří tak základní stavební kámen zdravotnické IT sítě. Podle požadavků norem by jmenovitý výkon transformátoru neměl být menší než 0,5 kVA a větší než 10 kVA. (požadavky na ochranné oddělovací transformátory ČSN EN 61558-2-15). Pro použití ve zdravotnických zařízeních se doporučuje používat jednofázové transformátory, u nichž by sekundární napětí nemělo překročit hranici 250 V AC a to i při použití třífázového transformátoru. Unikající proud výstupního vinutí do země a unikající proud krytem nesmí překročit 0,5 mA proto se také doporučuje používat transformátory s výkonem od 3,15 do 8 kVA. Dalším z požadavků je proud naprázdno  $I_0 \leq 3\%$ , napětí nakrátko  $U_k \leq 3\%$  a zapínací proud  $I_c \leq 12 \times \hat{I}_n$ . Pro napájení třífázového spotřebiče se musí použít samostatný třífázový transformátor s výstupním napětím nepřekračujícím 250 V.

Firma Bender dodává jednofázové a třífázové oddělovací transformátory řady ESO a DSO v různých konstrukčních provedeních včetně zapouzdřené varianty SKII.



■ ES710



■ ES710-SK2

## Monitorovací zařízení

Každá zdravotnická IT síť musí být vybavena monitorem izolace, který odpovídá požadavkům ČSN EN 61557-8 a ČSN 332140 a následujícím doplňkům. Druhá edice této normy stanovuje některá nová kritéria pro monitory izolace. Hodnota vnitřní AC impedance musí být nejméně 100 k $\Omega$ , špičková hodnota měřicího napětí nesmí být větší než 25 V (přístroj 107TD47 používá napětí 12 V), špičková hodnota měřicího proudu nesmí být větší než 1 mA (přístroj 107TD47 používá hodnotu < 50  $\mu\text{A}$ ), pokud jsou v obvodu galvanicky připojeny stejnosměrné obvody nebo spínané zdroje musí monitor izolačního odporu detekovat také poruchu izolace na DC straně, musí signalizovat izolační odpor menší než 50 k $\Omega$  a pokud je tato hodnota reakce nastavitelná nesmí být možné nastavit hodnotu nižší než 50 k $\Omega$  (přístroj 107TD47 má nastavitelnou hodnotu 50...500 k $\Omega$ ). Musí umožňovat zkoušku funkce, monitorovat přetížení a zvýšenou teplotu ochranného oddělovacího transformátoru a doba reakce musí být po připojení odporu 25 k $\Omega$  menší než 5 s a doba uvolnění musí být pro změnu odporu z 25 k $\Omega$  na 10 M $\Omega$  menší než 5 s, relativní chyba maximálně  $\pm 15\%$  ze specifikované hodnoty reakce, doporučuje se signalizovat přerušení připojení k monitorované síti a odpojení ochranného vodiče. Doba reakce pro tuto signalizaci může být delší než 5 s a samozřejmě musí být na vhodném místě signalizována optická a akustická signalizace.

Firma Bender nabízí speciální hlídač izolačního stavu pro zdravotnictví 107TD47, který je zapojen mezi systémem a zemí a trvale vyhodnocuje stav izolačního odporu pomocí metody AMP. Tato měřicí metoda je patentem firmy Bender, umožňuje přesnou a spolehlivou indikaci úrovně izolačního odporu i v obvodech se stejnosměrnou složkou. Hlídač izolačního stavu 107TD47 monitoruje kromě izolačního stavu i zatížení a teplotu oddělovacího transformátoru a chrání tak IT síť před přetížením. Současně také monitoruje připojení k monitorované síti a ochranného vodiče.



■ 107TD47 Monitor izolace

## Signalizační a testovací zařízení

Nedílnou součástí monitorování IT sítě je signalizační zařízení. Dle požadavků norem musí toto zařízení opticky i akusticky signalizovat snížení izolačního odporu na nastavenou hodnotu, musí umožňovat testování hlídače izolačního stavu a odstavení zvukové signalizace. Akustický signál musí být znovu aktivován po jeho odstavení v případě vzniku závady a vzniku jiné závady (v době trvání původní, první závady). Musí mít zelenou a žlutou optickou signalizaci. Zelenou pro normální provoz, žlutou pro signalizaci poruch. Tuto optickou signalizaci nesmí být možné po dobu trvání závady zrušit. Indikační zařízení se umísťují do operačních sálů, do pracoven sester popř. k technickému personálu tak, aby mohl být nepřetržitě kontrolován zdravotnickým personálem.

Firma BENDER dodává jako signalizační zařízení přístroje řady MK 2007, MK 2418, MK 2430, MK 800 popř. tuto funkci mohou plnit multifunkční řídicí panely řady TM, které jsou vyrobeny dle požadavku každého zákazníka.

## Systém pro vyhledávání poruch izolace EDS

První závada by měla být odstraněna v co možná nejkratším prakticky možném čase. Použití monitorované izolované IT sítě ve zdravotnických prostorách umožňuje spolehlivé napájení lékařských přístrojů i v případě první poruchy sítě. Vlastní lokalizace (vyhledání místa poruchy) však může být v některých případech obtížné a zdoluhavé. Porucha tak zůstává neodstraněna a každá další porucha v IT síti by způsobila odpojení životně důležitých přístrojů a zařízení od napájení. Problémem bývá najít poruchu např. na jednotkách intenzivní péče, kde může být i 24 zásuvek pro jedno lůžko, ale v případě 4 lůžek je to již více jak 90 zásuvek. Na těchto jednotkách není obvykle přítomen technický personál, ale zdravotnický personál. Proto nebývá jednoduché nalézt vzniklou poruchu. Systém pro lokalizaci poruch EDS od firmy BENDER dokáže

spolehlivě a rychle lokalizovat vzniklou poruchu a umožnit její rychlé odstranění. Systém je modulární a jeho základními komponenty jsou generátor testovacích signálů PGH474 s maximálním proudem 1 mA, zařízení pro vyhodnocování proudů EDS461 naměřených až 12 proudovými transformátory a široká nabídka měřících transformátorů proudu. Princip lokalizace poruchy je založen na mžikovém uzavření reziduálního proudu v obvodu přes definovaný odpor.

Systém EDS spolupracuje s monitorovací jednotkou (hlídačem izolačního stavu 107TD47). Jakmile monitorovací jednotka

identifikuje poruchu v IT síti, vysílá automaticky signál, který aktivuje zařízení EDS a zahajuje proces lokalizace poruchy. Testovací zařízení PGH474 začíná okamžitě periodicky generovat testovací proudové signály. Amplituda i šířka testovacích signálů jsou přesně definovány. Signál prochází celou monitorovanou sítí (z testeru PGH474 přes aktivní vodiče do místa poruchy a přes PE vodič zpět do PGH474). V místě poruchy naměří proudový transformátor reziduální proud úměrný testovacímu signálu. Ostatní měřící transformátory, jejichž obvod nevykazuje poruchu, reziduální proud neměří. Vlastní vyhodnocovací zařízení EDS461 skenuje po celou dobu aktivace systému jednotlivé měřící transformátory a vyhodnocuje naměřené hodnoty. V případě indikace reziduálního proudu signalizuje zařízení konkrétní měřící transformátor, který vykázal poruchu a tím i místo poruchy.

Jaké jsou tedy hlavní přednosti použití vyhledávacího systému EDS? K lokalizaci místa poruchy dochází rychle a to již během procesu monitorování, tím se snižují náklady na údržbu a odstranění poruchy. Místo poruchy je možné indikovat na centrální signalizační jednotce nebo signalizačních panelech.

Pokusil jsem se Vám v tomto příspěvku alespoň v krátkosti nastínit některé změny mezinárodních norem a současně nové trendy měřící techniky pro zdravotnické prostory.

**ČSN 33 2140: 1986-10 a TNI 332140: 2007-12**, „Elektrický rozvod v místnostech pro lékařské účely“;

**STN 33 2140: 1986-10 a**, „Elektrický rozvod v miestnostiach pre lekárske účely“

**IEC 60364-7-710 Ed.2: 2006 a prHD 60364-7-710**, „Electrical instalation of buildings Part 7-710: Requirements for speciál instalations or locations – Medical locations“;

**VDE 0100-710: 2002-11**, „Erection of low-voltage instalation – Requirements for speciál instalations or locations – Part 710 Medical locations“

**ČSN EN 61557-8 Ed.2: 2008-1**, „Hlídače izolačního stavu v rozvodných sítích IT“

**IEC 61557-8 Ed.2: 2007-1**, „Insulation monitoring device for IT systéme“

**ČSN EN 61557-9: 2000-11**, „Zařízení k lokalizování místa poruchy izolace v rozvodných sítích IT“

**IEC 61557-9: 1999-09 a EN 61557-9: 1999-11**, „Equipment for insulation fault location in IT systems“

■ *Ing. Roman Směkal, GHV Trading, spol. s r.o., Brno*



■ MK2430 signalizační panel

## POŽADAVKY

- **Zdroje 1**
  - Automatické přepínání bezpečnostního a doplňujícího bezpečnostního zdroje
- **Ochrana 2**
  - V prostorách skupiny 2 musí být instalován IT systém pro zajištění bezpečnosti a ochrany pacienta
  - Monitor izolačního stavu pro každou IT síť 3
  - Signalizace při <math>< 50\text{ k}\Omega</math> 4
  - Monitorování přetížení a zvýšenou teplotu transformátoru 5
  - Akustická a optická signalizace
- **Zařízení**
  - Napětí na sekundární straně max. 250 V AC, 1...10 kVA
- Doporučuje se, aby první závada byla odstraněna v co možná nejkratším prakticky možném čase 6
  - Signalizace alarmu na vhodném místě 7
  - Trvale monitorovaný zdravotnickým personálem 8

■ *Shrnutí požadavků a technické řešení principu lokalizace poruchy systémem EDS- MEDICS*

